

COMPOSICION Y ABUNDANCIA DEL MICROZOOPLANKTON EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL GALLEGA

VALDES, F. *
ALVAREZ-OSSORIO, M. T. **
MIRANDA, A. ***

Palabras clave: Microzooplankton, zooplankton, composición, abundancia, plataforma continental gallega.

Key words: Microzooplankton, zooplankton, composition, abundance, Galician continental shelf.

RESUMEN

Se ha estudiado la composición y abundancia del microzooplankton (20-200 μ m) en dos estratos de profundidad (0-15 y 15-30 m) en un total de 16 estaciones de muestreo situadas sobre la plataforma continental gallega, durante tres campañas oceanográficas realizadas en verano, otoño y primavera. Los estadios larvarios de organismos holoplanctónicos y meroplanctónicos dominan en la comunidad del microzooplankton. Entre ellos destacan las larvas nauplius de copépodo, cuya abundancia relativa es mayor en primavera (87%) que en verano (40%) y otoño (52%), y las larvas de lamelibranquio que son más abundantes en verano (13%) y otoño (10%) que en primavera (2.5%).

Los valores extremos de las abundancias del microzooplankton fueron de 1 y 82 ind l⁻¹. Las abundancias medias en primavera y verano fueron de 25 y 20 ind l⁻¹ respectivamente, mientras que en otoño la media fue de 8 ind l⁻¹. Las larvas nauplius no presentan una distribución de abundancias localizada en una zona determinada de la plataforma continental, en cambio, las larvas de lamelibranquio son más abundantes en las estaciones situadas frente a

las Rías de Vigo y Arosa que en las situadas frente a la Ría de Muros, Cabo Vilano y La Coruña.

ABSTRACT

The composition and abundance of microzooplankton (20-200 μ m) at two depths (0-15 m, 15-30 m) on the continental shelf of Galicia were studied. Sixteen stations were sampled, divided between summer, fall and spring cruises. The microzooplankton was dominated by larval stages of holoplanktonic and meroplanktonic organisms, specially copepod nauplii whose relative abundance is greater in spring (87%) than in summer (40%) and fall (52%), and bivalve larvae which are more abundant in summer (13%) than in fall (10%) and spring (2.5%).

The extremes of abundance of microzooplankton were 1 and 82 ind l⁻¹. The mean abundance values in spring and summer were 25 and 20 ind l⁻¹ respectively, whereas in fall only was 8 ind l⁻¹. Nauplii are not confined to a restricted part of the continental shelf, but bivalve are more abundant at stations near the mouths of the rias of Vigo and Arosa than in those of Muros, Cabo Vilano and La Coruña.

* Instituto Español de Oceanografía. Apartado 240. 39080 Santander.

** Instituto Español de Oceanografía. Apartado 130. 15080 La Coruña.

*** Instituto Español de Oceanografía. Apartado 1552. 36280 Vigo.

Recibido el 16 de noviembre de 1992.

Aceptado el 22 de mayo de 1993.

INTRODUCCION

En la plataforma continental gallega (NW España) se localiza, entre primavera y verano, un área de afloramiento de aguas profundas cuya intensidad y extensión son variables, alcanzando, cuando las condiciones son favorables, el Cabo Prior por el N y la desembocadura del Río Miño por el S (Fraga, 1981; Fraga *et al.*, 1987; Cabanas *et al.*, 1988).

Además, el área ocupada por el afloramiento recibe abundantes aportes terrígenos que, en forma de materia orgánica disuelta y particulada, llegan a la plataforma por medio de las rías (Blanton *et al.*, 1984; Prego *et al.*, 1990). Ambos procesos, afloramiento y aportes continentales, convierten a esta región geográfica en un área de alta producción en la que, cuando las condiciones son adecuadas, las comunidades planctónicas se desarrollan con gran rapidez.

El microzooplancton y el mesozooplancton son los heterótrofos planctónicos con los que se inicia la cadena trófica pelágica¹ y numerosos autores han destacado la importancia que el microzooplancton tiene en la transferencia de energía hacia niveles tróficos superiores. Beers y Stewart (1971) estiman que un 70% de la producción primaria es consumida por el microzooplancton en zonas oligotróficas y un 20% en zonas costeras. Capriulo y Carpenter (1980) cifran el impacto de los tintínidos sobre la producción primaria en un 41% en aguas neríticas; Fernández de Puelles (1986) estima que prácticamente el total de la producción primaria es consumido por los hervíboros plantónicos en aguas oceánicas, y Braun *et al.* (1990) calculan que los pequeños organismos que constituyen el microzooplancton contribuyen en un 82% a la producción zooplanctónica total de la plataforma gallega.

En el presente trabajo se estudia la composición y abundancia del microzooplancton en tres campañas oceanográficas realizadas en la plataforma continental gallega en verano (BREGAN 684), otoño (BREGAN 984), y primavera (BREGAN 486), coincidiendo la primera con un episodio de afloramiento y las otras dos con la relajación y ausencia del mismo respectivamente. Durante la campaña BREGAN 684 los vientos soplaron del NE y el afloramiento se localizó entre Cabo Ortegal y Finisterre, extendiéndose ligeramente hacia el sur de las Rías Bajas. Durante la mayor parte de la campaña BREGAN 984 soplaron vientos del SSW que no favorecen los episodios de afloramiento, y solo se localizó agua moderadamente fría (13 °C) al sur de la Ría de Vigo. En la campaña BREGAN 486 soplaron vientos fuertes del SW y las condiciones oceanográficas no indican la existencia de afloramiento en ninguna zona del área muestreada sobre la plataforma continental gallega.

Información detallada sobre las condiciones hidrográficas, intensidad del afloramiento y

comunidades planctónicas (fitoplancton, mesozooplancton e ictioplancton) durante las campañas BREGAN puede ser consultada en McClain *et al.* (1986), Varela *et al.* (1987a, 1987b, 1988), Chesney y Alonso-Noval (1989), Valdés *et al.* (1990) y Tenore *et al.* (en prensa).

MATERIAL Y METODOS

Las campañas oceanográficas BREGAN se llevaron a cabo en el B/O Cornide de Saavedra en las fechas 16-26 de junio de 1984 (BREGAN 684), 27 de septiembre al 2 de octubre de 1984 (BREGAN 984) y 22 de marzo al 2 de abril de 1986 (BREGAN 486). Las estaciones de muestreo se situaron sobre 6 transectos perpendiculares a la costa, distribuyéndose por campañas como se indica en la figura 1.

En cada estación el microzooplancton se muestreó en dos estratos, que se hicieron coincidir, siempre que fue posible, con los 0-15 y 15-30 m de profundidad. En el muestreo se utilizó una bomba sumergible con un caudal de 60 l min⁻¹, y en cada estrato un mínimo de 200 l de agua fueron filtrados sucesivamente por mallas de 200 y 20 µm, tomando como muestra la fracción comprendida entre las dos. Las muestras se fijaron con formol al 4% neutralizado con borax hasta alcanzar un pH de 8.

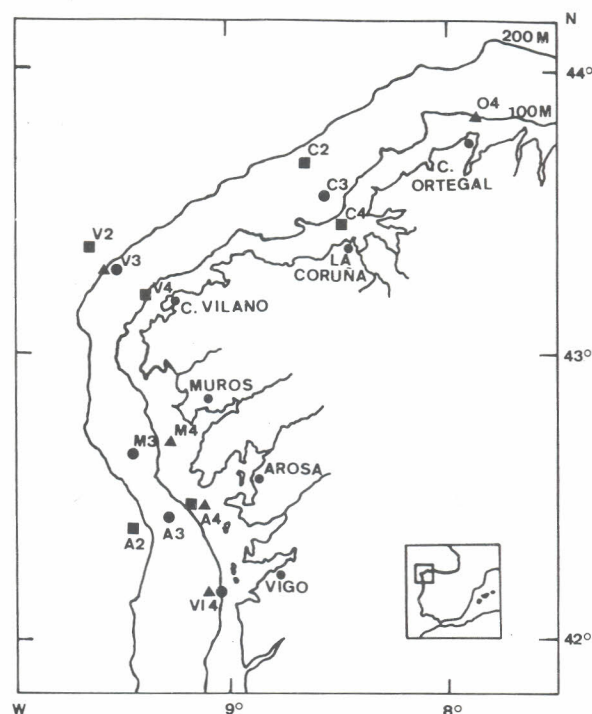


FIGURA 1.- Situación de las estaciones de muestreo en la plataforma continental de Galicia.

● BREGAN 684, ▲ BREGAN 984, ■ BREGAN 486.

¹ También en la columna de agua, pero formando parte de la fracción denominada picoplancton, las bacterias heterótrofas son la base de los flujos englobados en las redes tróficas microbianas (Azam *et al.*, 1983).

Las muestras se analizaron en su totalidad excepto cuando las abundancias eran muy elevadas, procediéndose en estos casos al conteo de alícuotas. La identificación de los grupos zoológicos y el recuento de las abundancias se realizó con un microscopio estereoscópico usando un aumento de 30X.

RESULTADOS

El conjunto de los 18 taxones identificados puede ser reagrupado en dos categorías, holoplancton y meroplancton, que reúnen a organismos con características biológicas comunes. El holoplancton incluye foraminíferos, radiolarios, tintínidos, rotíferos, medusas, cladóceros, copépodos y apendicularias. Entre el meroplancton encontramos larvas de gasterópodos, lamelibranquios, poliquetos, cirrípedos, decápodos, briozoos y equinodermos. Las abundancias medias de cada uno de los grupos y las abundancias medias totales detalladas por campañas se muestra en la Tabla I.

Los valores de abundancias totales del microzooplancton en las tres campañas estudiadas están comprendidos en el rango 1.5-82 ind l⁻¹ (Fig. 2). Las abundancias medias en primavera y verano fueron de 25 y 20.5 ind l⁻¹ respectivamente, mientras que en otoño la abundancia media es menor (8.4 ind l⁻¹). Los dos estratos de profundidad muestreados (0-15 y 15-30 m) presentan abundancias medias parecidas, con valores de 23.9 y 26 ind l⁻¹ en primavera, 20.3 y 20.8 ind l⁻¹ en verano y 9.8 y 7 ind l⁻¹ en otoño.

La figura 3 representa las abundancias acumuladas en las 43 muestras analizadas para cada uno de los 18 grupos microzooplanctónicos determinados. Dentro del holoplancton sobresalen por su abundancia los copépodos en sus diferentes fases de desarrollo, principalmente las larvas nauplius y los copepoditos de calanoides. Otros grupos holoplanctónicos importantes por su abundancia son las apendicularias y los copépodos cyclopoides (esta categoría incluye juveniles y adultos). Entre los organismos meroplanctónicos sólo destacan por su abundancia las larvas de lamelibranquios.

TABLA I. Abundancia media (ind l⁻¹) y desviación típica (std) calculadas considerando el número de muestra (No.) en las que aparece cada grupo microzooplanctónico. Valores medios y desviaciones típicas del total de organismos contados y valores medios para cada estrato y área muestreada (VI= Vigo, A= Arosa, M= Muros; V= Vilano, C= Coruña y O= Ortelgal).

	BREGAN-684			BREGAN-984			BREGAN-486		
	MEDIA	STD	No.	MEDIA	STD	No.	MEDIA	STD	No.
FORMAMINIFEROS	0.05	0.00	1	0.02	0.01	3	0.13	0.15	22
RADIOLARIOS							0.03	0.03	5
TINTINIDOS	0.12	0.09	4	0.04	0.02	4	0.16	0.26	20
ROTIFEROS							0.28	0.28	8
MEDUSAS	0.34	0.43	4						
L. GASTEROPODO	0.16	0.15	7	0.03	0.02	5	0.05	0.03	7
L. LAMELIBRANQUIO	3.29	4.34	8	0.85	1.02	10	0.85	1.64	17
L. POLIQUETO	0.32	0.52	10	0.01	0.00	1	0.08	0.13	3
CLADOCEROS	0.29	0.34	8	0.01	0.00	2	0.01	0.01	7
L. NAUPLIUS	8.18	3.81	10	4.40	2.59	10	21.89	15.08	23
COPEPODITOS	1.88	1.34	10	1.57	1.43	10	1.67	0.93	23
CYCLOPOIDES	2.01	1.81	8	1.26	0.58	10	0.24	0.24	20
HARPACTICOIDES	0.45	0.40	7	0.26	0.18	9	0.17	0.14	19
L. CIRRIPEDO	0.67	0.87	4	0.07	0.10	8	0.02	0.02	9
L. DECAPODO	0.03	0.02	5	0.01	0.00	1			
L. BRIOZOO	0.06	0.01	4	0.02	0.02	6	0.11	0.10	9
L. EQUINODERMO	0.73	1.28	8				0.02	0.01	2
APENDICULARIAS	4.16	3.83	10				0.04	0.04	8
ind l ⁻¹ (total)	20.52	9.43	10	8.43	3.15	10	25.04	15.72	23
ind l ⁻¹ (0-15 m)	20.26	2.06	5	9.84	1.40	5	23.92	11.68	11
ind l ⁻¹ (15-30 m)	20.78	13.18	5	7.02	3.73	5	26.07	18.62	12
ind l ⁻¹ (VI, A, M)	23.28	10.43	6	7.77	3.81	6	33.95	23.42	8
ind l ⁻¹ (V, C, O)	16.37	5.54	4	9.43	1.19	4	20.29	4.68	15

En el total de la columna de agua muestreada las larvas nauplius de copépodos son el grupo microzooplanctónico numéricamente más importante y su participación en la comunidad alcanza el 87% del total de los organismos en primavera, el 40% en verano y el 52% en otoño (Fig. 4). Este reparto de porcentajes representa unas abundancias medias de 21.9, 8.2 y 4.4 ind l⁻¹ en primavera, verano y otoño respectivamente (Tabla I). Las larvas nauplius son ligeramente más abundantes en los primeros 15 m de la columna de agua en verano (47.2% frente a 32.6% en 15-30 m) y en otoño (57.2% y 45.1%), mientras que en primavera no hay diferencias entre los dos estratos (87.4% en ambos casos) (Figs. 4 y 5).

Los estadios juveniles de calanoides (copepoditos) y copépodos cyclopoides son más abundantes en otoño (34%) y verano (17%) que en primavera (7.5%). Las abundancias medias obtenidas han sido de 2.8, 3.9 y 1.9 ind l⁻¹ en las campañas 984, 684 y 486 respectivamente. Estos dos grupos sólo han sido porcentualmente más abundantes en el estrato de 15-30 m que en la capa superficial de la columna de agua en verano (22.4% frente a 11.4% en 0-15 m), mientras que ni en otoño (34.3% y 33.1%) ni en primavera (7.8% y 7.1%) parece existir una

preferencia por ninguno de los dos estratos de profundidad.

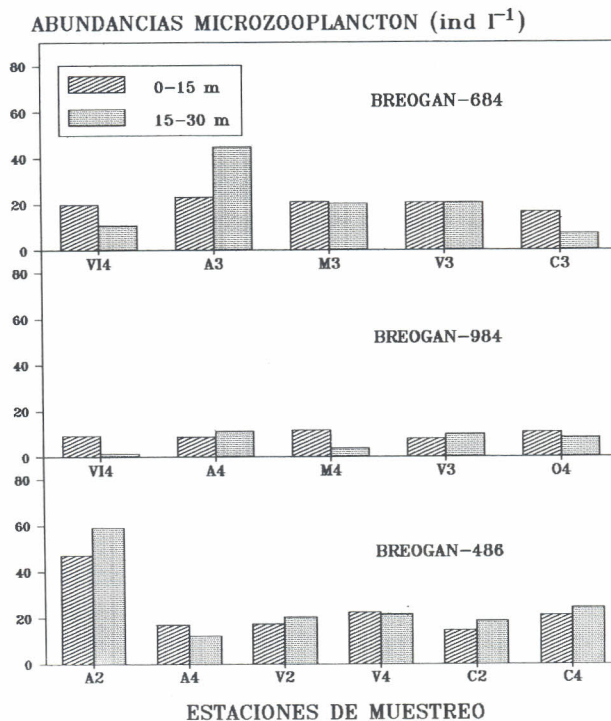


FIGURA 2.- Abundancias (ind l⁻¹) del microzooplancton en los dos estratos muestreados en las tres campañas BREOGAN.

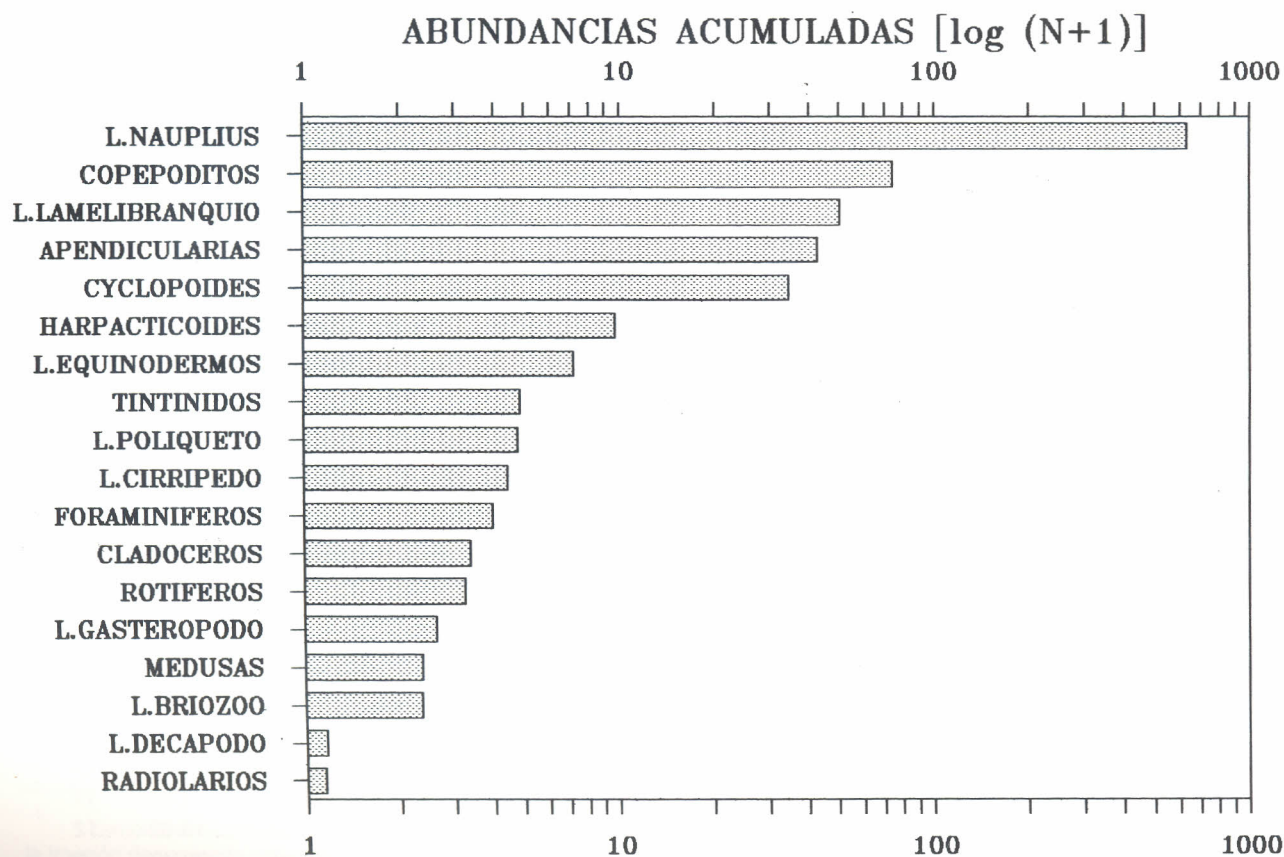


FIGURA 3.- Grupos de microzooplancton ordenados en función de sus abundancias acumuladas.

En el muestreo realizado en verano (BREGAN-684) las apendicularias aparecen como el segundo grupo más abundante del microzooplancton (valor medio de 4.16 ind l⁻¹), y se localizan preferentemente en el estrato superficial (0-15 m) en el que aportan el 27% de los individuos a la comunidad frente a sólo el 13.7% en el estrato 15-30 m (Fig. 4). En el muestreo de otoño no se ha contado ningún ejemplar y en primavera sólo aparecen apendicularias en un promedio de 1 ind/25 l.

Dentro del meroplancton destacan las larvas de lamelibranquios que en varias estaciones de muestreo constituyen el 30% de la comunidad. Estas larvas son porcentualmente más abundantes en verano (12.8%) y en otoño (10.1%) que en primavera (2.5%) (Fig. 4). Las abundancias medias obtenidas fueron idénticas en las campañas de otoño y primavera, en las que se contó un promedio de 0.8 ind l⁻¹ en cada una de ellas. En la campaña de verano se obtuvo una abundancia media de 3.3 ind l⁻¹ (Tabla I). Atendiendo a los valores de abundancias absolutas de larvas de lamelibranquios, se observa que las mayores abundancias de estas larvas se localizan en

las estaciones situadas frente a las rías de Vigo y de Arosa. En el resto de la plataforma la abundancia de larvas es mucho menor (Fig. 5).

4. DISCUSION

Dos problemas derivados del muestreo han sido tenidos en cuenta en la interpretación de los resultados. Uno relacionado con la escala espacio-temporal en la que se han realizado las campañas, y que impide obtener estimaciones reales de las variaciones espacio-temporales que tienen lugar en la comunidad microzooplanctónica. El otro está relacionado con la metodología seguida en la fijación y análisis de las muestras, la cual puede desvirtuar considerablemente la información relacionada con la estructura y abundancia de esta comunidad. Por ello la relación e interpretación de los resultados se ha centrado esencialmente en el análisis de la composición de la comunidad y en la descripción de las regularidades observadas en la distribución de los grupos en las tres campañas BREGAN.

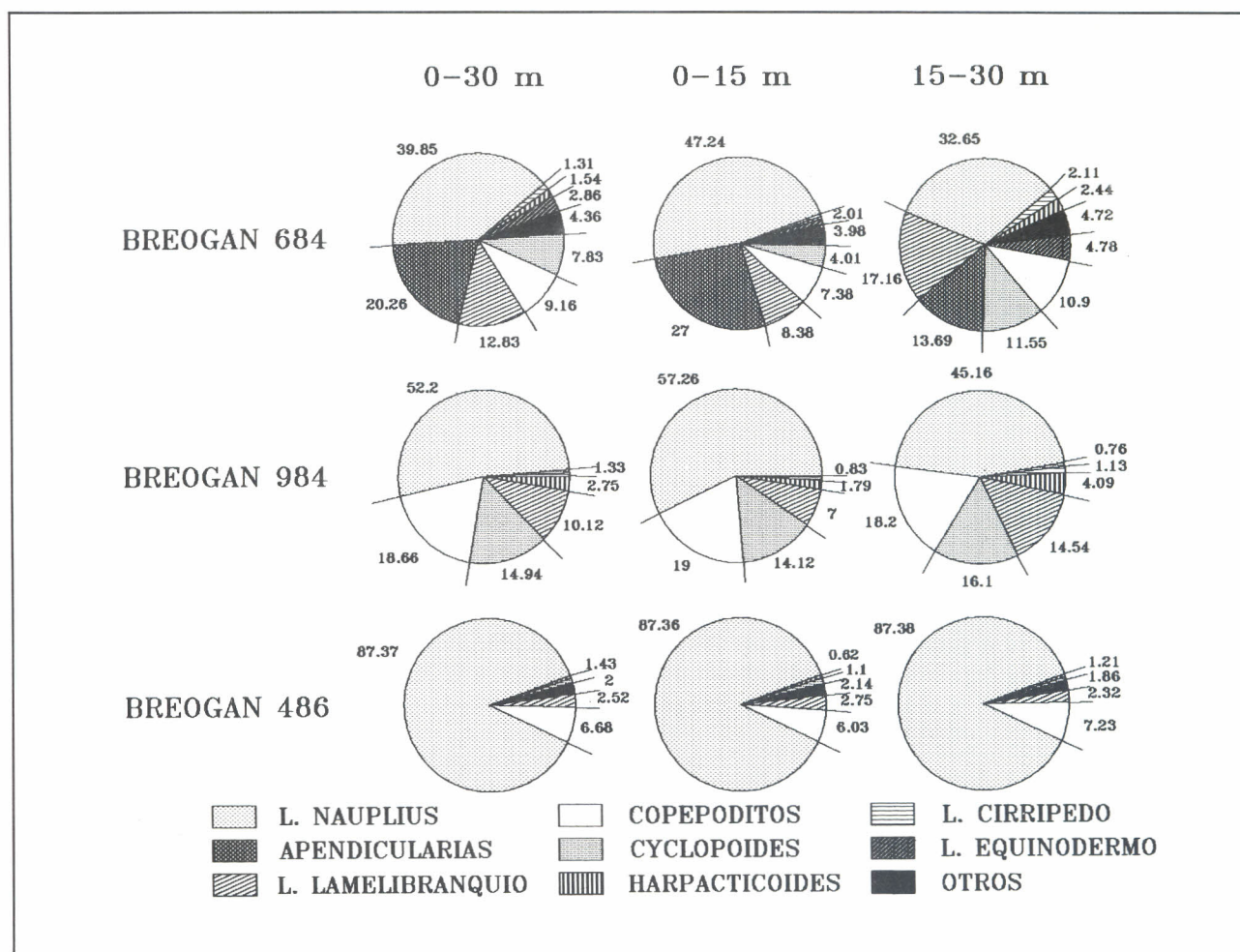


FIGURA 4.- Abundancias relativas de los principales grupos microzooplanctónicos identificados en la plataforma continental gallega ordenados según sus porcentajes. Se representa la composición porcentual del microzooplancton en el total de la columna de agua (valores integrados) y en los estratos 0-15 m y 15-30 m.

En todas las muestras analizadas en este estudio observamos la presencia de grupos que en mayor o menor proporción son siempre dominantes en la comunidad microzooplanctónica. Este es el caso de las larvas nauplius y estadios juveniles de copépodos. Beers y Stewart (1971) estudiando la fracción $>35 \mu\text{m}$ encuentran que estos dos grupos junto con los tintínidos representan al menos el 65% de la comunidad.

Las abundancias medias obtenidas en las campañas de primavera y verano (25 y 20.5 ind l^{-1}) son parecidas a las encontradas por otros autores en este área geográfica, así Valdés *et al.* (1991) obtienen un valor medio anual de 30 ind l^{-1} en la plataforma de La Coruña. Fernández de Puelles (1987) da un valor medio anual de 1.4 ind l^{-1} para la fracción $>100 \mu\text{m}$ en la columna de agua por encima de los 200 m en una estación oceánica en aguas Canarias. Beers *et al.* (1980) dan valores medios anuales para larvas y juveniles de copépodos de 118 ind l^{-1} en la capa fótica de la plataforma sur de California. Valores medios anuales en estaciones costeras, referidas sólo a tintínidos, pueden oscilar desde 150 a 600 ind l^{-1} (Travers, 1973). Beers & Stewart (1971) dan valores medios de tintínidos, en los niveles inferiores de la capa fótica, de 91 ind l^{-1} para la fracción $<35 \mu\text{m}$, y según estos autores en esta fracción los tintínidos representan el 90% del total. El valor máximo obtenido en la

plataforma gallega ha sido de sólo 6 tintínidos l^{-1} , esto lleva a pensar que debido a su pequeño tamaño, muchos individuos de este grupo pueden haber sido subestimados en el análisis de nuestras muestras.

La campaña BREOGAN 684 coincidió con un episodio de afloramiento. Las diferencias de abundancias del microzooplancton entre esta campaña y la realizada unos meses más tarde (BREOGAN 984) podrían ser debidas a que durante esta última sólo frente a la boca de la Ría de Vigo el agua aflorada alcanzó niveles superficiales. La falta de alimento fitoplanctónico causa una baja tasa de reproducción de los copépodos y esto se manifiesta en la disminución en el microzooplancton de sus estadios larvarios y juveniles. Las diferencias observadas, tanto en la campaña de primavera como en la de verano, en las abundancias de microzooplancton entre la zona norte y oeste de Galicia está relacionada con la presencia de abundantes larvas de lamelibranquios en las muestras. El cultivo intensivo de mejillón en las Rías Bajas y el aporte de agua desde estas a la plataforma adyacente, es la causa de que en determinados periodos del año (coincidentes con las épocas de reproducción) se produzca una salida masiva de larvas de lamelibranquios hacia zonas de la plataforma próximas a las rías.

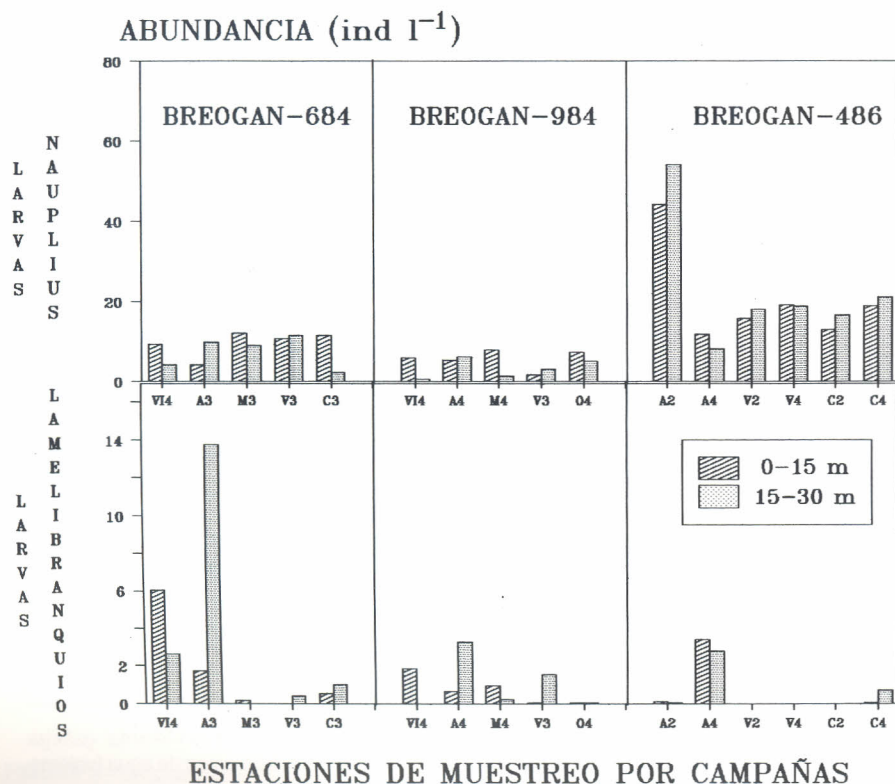


FIGURA 5.- Abundancias (ind l^{-1}) de las larvas nauplius de copépodos y de las larvas de lamelibranquio detalladas por estratos y estaciones de muestreo.

Aunque unos pocos grupos microplanctónicos se encontraron mejor representados en la capa superficial (apendicularias y medusas) y otros pocos en el estrato de mayor fondo (radiolarios, larvas de lamelibranquios, poliquetos y equinodermos), en general en los grupos zooplanctónicos que forman la comunidad no se observó una distribución evidente con respecto a la profundidad. Autores como Sorokin *et al.* (1985) indican que el nivel de máxima abundancia se encuentra situado generalmente en estratos encima de la termoclina. Beers y Stewart (1971) señalan que los radiolarios y foraminíferos se concentran preferentemente en los niveles más profundos de la capa fótica. En este sentido, si nuestros muestreos hubieran abarcado toda la zona fótica es

probable que se pudieran haber observado más diferencias en la distribución vertical de la comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han contribuido a la realización de este proyecto, y especialmente a la tripulación del B/O Cornide de Saavedra. Este trabajo ha sido financiado por el U.S.-Spain Joint Committee for Scientific and Technological Cooperation (proyecto No. CCA-8309023).

BIBLIOGRAFIA

- Azam, F.; T. Fenchel; J.G. Field; J.S. Gray; L.A. Meyer-Reil & F. Thingstad. 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 10: 257-263.
- Cabanas, J.M.; G. Díaz del Río; A. Lavín & T. Nunes. 1988. Hydrographic conditions off the Galician Coast, Northwest of Spain during an upwelling event. *ICES Hydrography Comm. C.M.* 1988/C:11.
- Beers, J.R. & G.L. Stewart. 1971. Microzooplankters in the plankton communities of the upper waters of the eastern tropical pacific. *Deep Sea Res.*, 18: 861-883.
-, F.M.H. Reid & G.L. Stewart. 1980. Microplankton population structure in Southern California nearshore waters in late spring. *Mar. Biol.*, 60: 209-226.
- Blanton, J.O.; L.P. Atkinson; F.F. Castillejo & A. Lavín. 1984. Coastal upwelling off the Rías Bajas, Galicia, NW Spain. I.- Hydrographic studies. *Rap. V Reun. Con. Inter. Exp. Mer.*, 183: 79-90.
- Braun, J.G.; M.T. Alvarez-Ossorio; M.L. Fernández de Puelles & J.A. Camiñas. 1990. Estudio sobre la estructura, biomasa y producción del meso y microzooplankton de la plataforma de Galicia en abril de 1982. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 6(2): 81-96.
- Capriulo, G.M. & E.J. Carpenter. 1980. Grazing by 35 to 202 μ m microzooplankton in Long Island Sound. *Mar. Biol.*, 56: 319-326.
- Chesney, E.J. & A. Alonso-Noval. 1989. Coastal upwelling and the early life history of sardines (*Sardina pilchardus*) along the Galician coast of Spain. *Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor Mer.* 191: 63-69.
- Fernández de Puelles, M.L. 1986. *Ciclo anual de la comunidad de meso y microzooplankton; su biomasa, estructura, relaciones tróficas y producción en aguas de las Islas Canarias*. Mem. Tesis Doc., Univ. Autónoma Madrid, 275 pp.
-, 1987. Evolución anual del microzooplankton en aguas de las Islas Canarias. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 4(2): 79-90.
- Fraga, F. 1981. Upwelling off the Galician coast, Northwest Spain. In Richards, F.A. (ed), *Coastal Upwelling*. American Geophysical Union, Washington DC, pp. 176-182.
-, F.G. Figueiras, R. Prego; F.F. Pérez & A.F. Ríos. 1987. Campaña «Galicia IX» Oceánica. Datos básicos. *Datos informativos Inst. Inv. Marinas* 20: 1-148.

- McClain, C.R.; S. Chao; L.P. Atkinson; J.O. Blanton & F. Castillejo. 1986. Wind-driven upwelling in the vicinity of Cape Finisterre, Spain. *J. Geophys. Res.*, 91: 8470-8486.
- Prego, R.; F. Fraga & A.F. Ríos. 1990. Water interchange between the Ría of Vigo and the coastal shelf. *Scient. Mar.*, 54(1): 95-100.
- Sorokin, Y.I.; A.I. Kopylov & N.V. Mamaeva. 1985. Abundance and dynamics of microplankton in the central tropical Indian Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 24: 27-41.
- Tenore, K.R.; M. Alvarez-Ossorio; L.P. Atkinson; J.M. Cabanas; R.M. Cal; M.J. Campos; F. Castillejo; E.J. Chesney; N. González; R.B. Hanson; C.R. McClain; A. Miranda; M. Noval; M.R. Roman; J. Sánchez; G. Santiago; L. Valdés; M. Varela & J. Yoder. (en prensa). Fisheries and Oceanography off Galicia, NW Spain (FOG): Mesoscale spatial and temporal changes in physical processes and resultant patterns of biological productivity. *J. Coastal Oceanogr.*.
- Travers, M. 1973. Le microplancton du Golfe de Marseille: Variations de la composition systématique et de la densité des populations. *Tethys* 5(1): 31-53.
- Valdés, J.L.; M.R. Roman; M.T. Alvarez-Ossorio; A.L. Gauzens & A. Miranda. 1990. Zooplankton composition and distribution off the coast of Galicia, Spain. *J. Plankton Res.*, 12(3): 629-643.
-, M.T. Alvarez-Ossorio; A. Lavín; M. Varela & R. Carballo. 1991. Ciclo anual de parámetros hidrográficos nutrientes y plancton en la plataforma continental de La Coruña (NO España). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 7(1): 91-138.
- Varela, M.; J. Cabanas; M.J. Campos; E. Penas; J. Sánchez; A. Larrañaga; Fernández de Castillejo, F. & G. Díaz del Río. 1987a. Composición y distribución del fitoplancton en la plataforma de Galicia durante la campaña BREOGAN-684 (junio de 1984). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 4: 75-94.
-, M.J. Campos; J. Cabanas; F. Fernández de Castillejo & G. Díaz del Río. 1987b. Composición y distribución del fitoplancton en la plataforma de Galicia durante la campaña BREOGAN-984 (septiembre-octubre de 1984). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 4: 95-106.
-, M.T. Alvarez-Ossorio; L. Valdés; R. Cal; A. Miranda; G. de Santiago & E. Costas. 1988. Partición de la materia orgánica particulada en el área de afloramiento de la plataforma de Galicia (NO España) durante la campaña BREOGAN-684. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 5(1): 97-108.